

## **Concise Explanation of DE 20117410 U1**

A hybrid drive unit wherein an input shaft, a motor generator, a motor, an output shaft and a means for synthesizing or distributing a power are arranged into alignment on a same axis.

Related Figure: Fig. 1



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**  
⑩ **DE 201 17 410 U 1**

⑤ Int. Cl.7:  
**B 60 K 6/02**

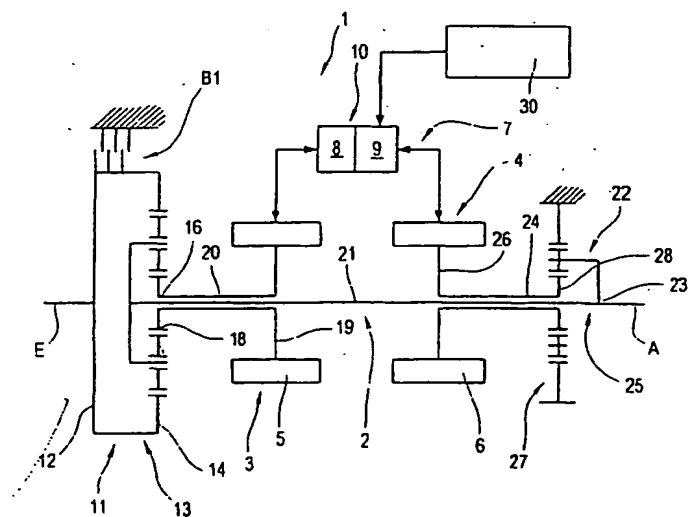
②1 Aktenzeichen:	201 17 410.3
②2 Anmeldetag:	24. 10. 2001
④7 Eintragungstag:	31. 1. 2002
④8 Bekanntmachung im Patentblatt:	7. 3. 2002

⑦3 Inhaber:  
Voith Turbo GmbH & Co. KG, 89522 Heidenheim,  
DE

⑦4 Vertreter:  
Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

⑤4 Elektro-mechanische Getriebebaueinheit und Antriebsvorrichtung mit integrierter elektromechanischer Getriebebaueinheit

- ⑤7 Elektro-mechanische Getriebebaueinheit
- 1.1 mit einer Getriebeeingangswelle und einer Getriebeausgangswelle;  
1.2 mit wenigstens einem mechanischen und einem elektrischen Getriebezweig;  
1.3 der elektrische Getriebezweig umfaßt eine elektrische Getriebebaueinheit mit wenigstens einer ersten, als Generator betreibbaren elektrischen Maschine und einer zweiten, als Motor betreibbaren elektrischen Maschine;  
1.4 es sind Mittel vorgesehen, mit welchen die an der Getriebeeingangswelle einleitbare Leistung auf die Getriebezweige aufteilbar und an der Getriebeausgangswelle zusammenführbar ist;  
gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:  
1.5 die Getriebeeingangswelle, Getriebeausgangswelle, die als Generator betreibbare elektrische Maschine, die als Motor betreibbare elektrische Maschine und die Mittel sind hinsichtlich ihrer An- und Abtriebs Elemente koaxial zueinander angeordnet.



DE 201 17 410 U 1

DE 201 17 410 U 1

## Elektromechanische Getriebebaueinheit und Antriebsvorrichtung mit integrierter elektro-mechanischer Getriebebaueinheit

5

Die Erfindung betrifft eine elektro-mechanische Getriebebaueinheit, im  
einzelnen mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1; ferner  
eine Antriebsvorrichtung mit integrierter elektro-mechanischer  
10 Getriebebaueinheit.

10

Aus der "Press Information 1997" von Toyota ist ein Hybridsystem bekannt,  
bei welchem nach dem Leistungsverzweigungsprinzip die  
Verbrennungskraftmaschine über einen Planetenträger eines  
15 Planetengetriebes sowohl einen Generator als auch über das Hohlrad den  
Abtriebsstrang treibt. Die Leistung wird somit in einem mechanischen Strang  
und einen elektrischen Strang verzweigt, wobei im elektrischen Strang ähnlich  
einem hydrodynamischen Drehzahl-/Drehmomentenwandler das Drehmoment  
variiert werden kann. Am Ausgang ist die Summe der Drehmomente des  
20 mechanischen Teilstranges sowie des elektrischen Teilstranges abnehmbar.  
Des weiteren erlaubt diese Anordnung z.B. auch einen rein elektrischen  
Betrieb, in dem nur der Elektromotor gespeist wird, die  
Verbrennungskraftmaschine jedoch stillsteht. Das Hybridsystem umfaßt zu  
diesem Zweck eine Leistungsaufteilungseinrichtung, einen Generator, einen  
25 Motor und ein Reduziergetriebe. Die Leistungsaufteilungseinrichtung ist in  
Form eines Planetenradsatzes ausgeführt, wobei der Planetenradträger, d.h.  
der Steg, mit der Abtriebswelle der Verbrennungskraftmaschine in  
Triebverbindung steht. Über den Planetenträger bzw. die mit diesem  
gekoppelten Planetenräder wird die Leistung zum Sonnenrad und zum  
30 Hohlrad des Planetenradgetriebes übertragen. Die Hohlradwelle ist dabei  
direkt mit dem elektrischen Antriebsmotor und mit der Abtriebswelle über ein

25

20

15

30

Reduziergetriebe gekoppelt. Die Sonnenradwelle ist mit dem Generator gekoppelt. Mit einer derartigen Einrichtung sind eine Vielzahl von verschiedenen Betriebsweisen realisierbar. So wird der Anlaßvorgang der Verbrennungskraftmaschine über den Generator realisiert. Dieser fungiert als Anlasser und wird in diesem Fall aus der Energiespeichereinrichtung gespeist. Nachdem die Verbrennungskraftmaschine angelassen ist, wird der Generator zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt und treibt den Elektromotor an, welcher wiederum Leistung an die Abtriebswelle bzw. an die anzutreibenden Räder abgibt. Im normalen Traktionsbetrieb des Fahrzeuges, d.h. dem Fahrbetrieb, liefert die Verbrennungskraftmaschine die gesamte Leistung, und es wird keine zusätzliche elektrische Energie erzeugt. Bei einer gewünschten Beschleunigung wird die von der Verbrennungskraftmaschine abgegebene Leistung auf die zwei Getriebezweige aufgesplittet und entsprechend des gewünschten Ergebnisses in den einzelnen Leistungszweigen hinsichtlich der Drehzahl und des Drehmomentes gewandelt. Der Nachteil eines derartigen Systems besteht im wesentlichen darin, daß auf jeden Falle eine entsprechende Ansteuerung der Leistungsstellglieder des Generators und/oder des Elektromotors erfolgen muß, um die Leistungsaufteilung in entsprechender Weise vornehmen zu können und daß des weiteren die Antriebseinrichtung sehr viel Platz und Bauraum benötigt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine elektro-mechanische Getriebebaueinheit zu schaffen, die sich durch möglichst geringen Bauraumbedarf und einen einfachen Aufbau auszeichnet. Die Vorteile der elektrischen Leistungsübertragung sollen vor allem für den Anfahrbereich ausgenutzt werden, wobei die Möglichkeit einer selbsttätigen Reduzierung des elektrischen Leistungsanteiles ebenfalls gegeben sein soll.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 charakterisiert. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

5 Erfindungsgemäß ist die elektro-mechanische Getriebebaueinheit mit Leistungsverzweigung derart aufgebaut, daß diese wenigstens zwei Leistungszweige, einen mechanischen und einen elektrischen Getriebezweig aufweist, und diese sowie die in diesen integrierten leistungsübertragenden Elemente hinsichtlich ihrer An- und Abtriebs Elemente und die

10 Getriebeeingangs- sowie die Getriebeausgangswelle coaxial zueinander angeordnet sind. Die Mittel zur Aufteilung der an der Getriebeeingangswelle eingeleiteten Leistung auf die einzelnen Getriebezweige - den mechanischen und den elektrischen Getriebezweig -, umfassen eine Verteilergetriebebaueinheit. Des weiteren umfassen die Mittel wenigstens eine

15 Summiergetriebebaueinheit zur Zusammenführung der von den einzelnen Getriebezweigen übertragenen Leistung. Der Ausgang der Summiergetriebebaueinheit ist wenigstens mittelbar mit der Getriebeausgangswelle gekoppelt. Die Verteilergetriebebaueinheit und/oder die Summiergetriebebaueinheit sind vorzugsweise als Differential, umfassend

20 wenigstens einen Planetenradsatz, ausgeführt.

Für die Anordnung des elektrischen Getriebezweiges, welcher wenigstens eine in Leistungsflußrichtung von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle als Generator betreibbare elektrische Maschine

25 umfaßt, die elektrisch mit wenigstens einer in dieser Betriebsweise als Elektromotor betreibbaren elektrischen Maschine koppelbar ist, gegenüber dem mechanischen Getriebezweig in der Gesamtgetriebebaueinheit ergeben sich wenigstens die drei nachfolgend genannten Möglichkeiten. Die in Leistungsflußrichtung von der Getriebeeingangswelle zur

30 Getriebeausgangswelle als Generator betreibbare elektrische Maschine ist nachfolgend nur kurz als Generator bezeichnet. Die elektrisch mit diesem

koppelbare und in dieser Betriebsweise als Elektromotor betreibbaren elektrischen Maschine wird als Elektromotor bezeichnet.

1. Anordnung des Generators und des Elektromotors zwischen der Verteilergetriebebaueinheit und der Summiergetriebebaueinheit
2. Anordnung der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine und des Elektromotors in Kraftflußrichtung von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle betrachtet, vor der Verteilergetriebebaueinheit und vor der Summiergetriebebaueinheit und
3. Anordnung der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine und des Elektromotors in Kraftflußrichtung von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle betrachtet hinter der Verteilergetriebe- und Summiergetriebebaueinheit.

Die beiden letztgenannten Möglichkeiten dienen der Realisierung einer sehr kompakten Gesamtgetriebebaueinheit, insbesondere da die Summiergetriebebaueinheit und die Verteilergetriebebaueinheit zu einer baulichen Einheit zusammengefaßt werden können. Dabei können einzelne Komponenten der Radsätze, insbesondere der Planetenradsätze derart ausgebildet sein, daß diese miteinander mechanisch gekoppelt sind. Vorzugsweise werden jeweils ein Getriebeelement eines Planetenradsatzes der Verteilergetriebebaueinheit und der Summiergetriebebaueinheit von einem Element gebildet. Denkbar ist beispielsweise die Nutzung eines gemeinsamen Steges. Die erfindungsgemäße Lösung bietet den Vorteil, daß die Leistungsverzweigung in einer sehr kompakten Getriebebaueinheit mit möglichst geringem Platzbedarf realisiert wird. Des weiteren ermöglicht dieser Aufbau eine Betriebsweise nach dem sogenannten und von den hydrodynamisch-mechanischen Getriebeeinheiten bekannten Differentialwandlerprinzip. Dies bedeutet, daß die Leistungsübertragung über

einen der beiden Getriebezweige aufgrund der konkreten Ausgestaltung von Verteilergetriebebaueinheit und Summiergetriebebaueinheit mit zunehmender Drehzahl an der Getriebeeingangswelle vermindert wird, ohne daß zusätzliche Maßnahmen zur Ansteuerung der einzelnen Komponenten in den einzelnen Getriebezweigen erfolgen müssen.

Eine Möglichkeit der Ausgestaltung der elektro-mechanischen Getriebebaueinheit nach der ersten Grundvariante ist dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilergetriebebaueinheit als Planetenradsatz ausgeführt ist, wobei ein erstes Getriebeelement der Verteilergetriebebaueinheit mit der Getriebeeingangswelle mechanisch koppelbar ist und ein weiteres zweites sowie drittes Getriebeelement mit dem elektrischen Getriebezweig und dem mechanischen Getriebezweig verbindbar sind. Das erste Getriebeelement wird dabei beispielsweise vom Hohlrad des Planetenradsatzes gebildet. Das zweite Getriebeelement wird vom Sonnenrad und das dritte Getriebeelement vom Steg gebildet.

Die Summiergetriebebaueinheit, welche vorzugsweise ebenfalls als Planetenradsatz ausgeführt ist, weist zwei Eingänge auf, wobei ein erster Eingang von einem ersten Getriebeelement des Planetenradsatzes der Summiergetriebebaueinheit und der zweite Eingang von einem zweiten Getriebeelement der Summiergetriebebaueinheit gebildet wird. Der Ausgang der Summiergetriebebaueinheit steht dabei in Triebverbindung mit der Getriebeausgangswelle. Vorzugsweise ist der mechanische Getriebezweig derart ausgeführt, daß der Steg direkt mit der Summiergetriebebaueinheit bzw. dem zweiten Eingang dessen gekoppelt ist.

Die dritte Möglichkeit der Anordnung der elektrischen Getriebebaueinheit in Kraftübertragungsrichtung von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle hinter der aus Verteilergetriebebaueinheit und Summiergetriebebaueinheit gebildeten baulichen Einheit bietet den Vorteil der

Schaffung einer Gesamtgetriebebaueinheit mit einem hohen Grad an Kompaktheit. In diesem Fall werden die Verteilergetriebebaueinheit und die Summiergetriebebaueinheit vorzugsweise derart ausgeführt, daß diese aus einfachen Planetenradsätzen bestehen, wobei wenigstens jeweils ein Element des einen Planetenradsatzes mit einem Element des anderen Planetenradsatzes drehfest verbunden ist. Vorzugsweise wird ein Element von beiden Planetenradsätzen gemeinsam genutzt. Dieses Element kann beispielsweise in Form des Steges ausgeführt sein, welcher den Steg für beide Planetenradsätze bildet. Dieser bildet dabei sowohl den ersten Ausgang der Verteilergetriebebaueinheit und den zweiten Ausgang. Der erste Ausgang ist dabei ebenfalls mit dem elektrischen Getriebezweig gekoppelt, während der zweite Ausgang mit dem mechanischen Getriebezweig in Triebverbindung steht. Vorzugsweise besteht auch hier die Möglichkeit des direkten Durchtriebes vom Steg zur Getriebeausgangswelle. Der Eingang der Verteilergetriebebaueinheit ist ebenfalls mit der Getriebeeingangswelle gekoppelt. Die Verteilergetriebebaueinheit läßt sich räumlich nicht von der Summiergetriebebaueinheit trennen, da jeweils Bestandteile der beiden Planetenradsätze Funktionen beider Getriebebaueinheiten übernehmen.

Für die einzelnen Grundgetriebevarianten bestehen verschiedene Möglichkeiten der Betriebsweise. Mit der Grundkonstellation des erfindungsgemäß gestalteten elektro-mechanischen Getriebes können eine rein mechanische Leistungsübertragung, eine rein elektrische Leistungsübertragung sowie die Möglichkeit der Leistungsverzweigung realisiert werden. Zusätzlich ist die elektro-mechanische Getriebebaueinheit, insbesondere der elektrische Getriebezweig, mit einer Energiespeichereinrichtung koppelbar, welche die zusätzliche Einspeisung von Leistung in einen Antriebsstrang ermöglicht.

Die elektrische Getriebebaueinheit, welche vorzugsweise aus wenigstens einer als Generator betreibbaren elektrischen Maschine und einem Elektromotor



besteht, welche wiederum vorzugsweise in Form jeweils einer Transversalflußmaschine ausgeführt sind, kann die Funktion eines stufenlosen Getriebes übernehmen. Dies wird durch entsprechende Ansteuerung der den elektrischen Maschinen bzw. Elektromotoren zugeordneten Stellglieder realisiert.

Bei Integration der erfindungsgemäß gestalteten Getriebebaueinheit und der Kopplung der elektrischen Getriebebaueinheit mit einer Energiespeichereinrichtung beispielsweise in einem Fahrzeug, ergeben sich im einzelnen die folgenden möglichen Betriebsweisen:

1. Im Traktionsbetrieb, d.h. Leistungsübertragung von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle:
  - 1.1. Leistungsübertragung von der Energiespeichereinrichtung zur Verbrennungskraftmaschine zur Realisierung des Anlaßvorganges
  - 1.2. Leistungsübertragung von der Verbrennungskraftmaschine über den elektrischen und den mechanischen Getriebezweig zur Abtriebswelle
  - 1.3. Leistungsübertragung von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle über den mechanischen Getriebezweig mit zusätzlicher Einspeisung elektrischer Energie von der Energiespeichereinrichtung
  - 1.4. Mechanische Leistungsübertragung von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle
  - 1.5. Elektrische Leistungsübertragung von der Energiespeichereinrichtung zur Getriebeausgangswelle (Notbetrieb)
  - 1.6. Leistungsübertragung von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle über den elektrischen Getriebezweig
2. Im Schleppbetrieb:
  - 2.1. Leistungsübertragung von den Antriebsrädern zur Verbrennungskraftmaschine über den mechanischen Getriebezweig

zum Schleppen der Verbrennungskraftmaschine und Abzweigung eines Leistungsanteiles zur Aufladung der Energiespeichereinrichtung

2.2 Leistungsübertragung von den Antriebsrädern zur Energiespeichereinrichtung über den elektrischen Getriebezweig zur Aufladung der Energiespeichereinrichtung.

2.3 Leistungsübertragung von der Getriebeausgangswelle zur Verbrennungskraftmaschine

Die Realisierung der einzelnen Betriebsweisen erfolgt durch entsprechende Feststellung einzelner Getriebeelemente und/oder Ansteuerung der Stellglieder der einzelnen elektrischen Getriebeelemente und/oder der Ansteuerung der Kopplung zwischen Energiespeichereinrichtung und der elektrischen Kopplung sowie den in der elektrischen Kopplung angeordneten Stellgliedern. Die Ansteuerfunktionen werden dabei vorzugsweise mittels einer Steuer- bzw. Regelvorrichtung ausgeführt, welche beim Einsatz in einem Fahrzeug vorzugsweise in einer zentralen Fahrsteuerung integriert bzw. von dieser gebildet wird oder mit dieser koppelbar ist. Als Eingangsgrößen wird dabei vorzugsweise wenigstens ein Signal, beispielsweise ein Signal für einen Fahrerwunsch nach einer Beschleunigung und/oder Verzögerung bzw. einer Inbetriebnahme des Fahrzeuges, ein Signal für wenigstens eine, den aktuellen Fahrzustand wenigstens mittelbar charakterisierende Größe und/oder eine, den Ist-Ladezustand der Energiespeichereinrichtung wenigstens mittelbar charakterisierende Größe verwendet. Je nach gewünschter Betriebsweise genügt ein entsprechendes Signal. Vorzugsweise werden jedoch alle überwacht. Die Steuer- bzw. Regelvorrichtung weist eine Vielzahl von Ausgängen auf. Diese sind mit den entsprechenden Schalteinrichtungen in der elektro-mechanischen Getriebebaueinheit koppelbar sowie den Stellgliedern, insbesondere den Wechselrichtereinheiten von der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine und/oder des Elektromotors und mit der Kopplung zwischen der Energiespeichereinrichtung und der elektrischen Kopplung zwischen Generator und Elektromotor verbunden. Entsprechend

des Fahrerwunsches bzw. der gewünschten Betriebsweise werden durch entsprechende Ansteuerung der einzelnen genannten Elemente die neun genannten Funktionen realisiert.

5 Durch die Integration der erfindungsgemäß gestalteten elektro-mechanischen Getriebebaueinheit in ein Fahrzeug besteht die Möglichkeit der Schaffung eines sehr kompakt gestalteten Hybridantriebes. Vorzugsweise kann die elektro-mechanische Getriebebaueinheit anstelle eines automatischen Getriebes in den Antriebsstrang integriert werden. Aufgrund der minimalen  
10 Baugröße, welche durch die koaxiale Anordnung der einzelnen leistungsübertragenden Elemente der einzelnen Getriebezweige bedingt ist, kann auf einfache Art und Weise ein herkömmliches Automatgetriebe gegen das erfindungsgemäß gestaltete elektro-mechanische Getriebe ausgetauscht werden. Das elektro-mechanische Getriebe bietet dabei den Vorteil, daß der  
15 Gesamtwirkungsgrad wesentlich höher ist, da die Verlustleistungsanteile, bedingt durch die Schleppverluste für die einzelnen Schalteinrichtungen, welche in Automatgetrieben zur Realisierung der einzelnen Gangstufen in einer Vielzahl vorzusehen sind, erheblich reduziert werden können, da die Anzahl der Schaltelemente auf ein Minimum reduziert werden kann. Des  
20 weiteren kann durch Leistungsaufteilung und der stufenlosen Drehzahl-/Drehmomentenwandlungsmöglichkeit im elektrischen Getriebezweig ein weiter Betriebsbereich stufenlos abgedeckt werden, ohne daß zusätzliche Schaltungen vorgenommen werden müßten. Zusätzlich kann auf eine Anlassereinrichtung für die Verbrennungskraftmaschine verzichtet werden,  
25 was insbesondere bei häufigem Stop-and-Go-Verkehr von enormem Vorteil ist, da die herkömmlichen Anlassereinrichtungen im Dauernutzungsbetrieb nur eine sehr geringe Lebensdauer aufweisen.

Die einzelnen Schalteinrichtungen im elektro-mechanischen Getriebe sind  
30 vorzugsweise als Brems- und/oder Kupplungseinrichtungen ausgeführt. Die

Brems- und/oder Kupplungseinrichtungen werden vorzugsweise in Lamellenbauart ausgeführt.

5 Die erfindungsgemäße Lösung ist nachfolgend anhand von Figuren erläutert.  
Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

10 Fig. 1 verdeutlicht beispielhaft eine Ausführung eines erfindungsgemäß gestalteten elektro-mechanischen Getriebes, wobei die leistungsübertragenden Elemente im elektrischen Getriebezweig zwischen einer Verteilergetriebeeinheit und einer Summiergetriebeeinheit angeordnet sind;

15 Fig. 2 verdeutlicht beispielhaft eine weitere Ausführung eines erfindungsgemäß gestalteten elektro-mechanischen Getriebes, bei welchem die leistungsübertragenden Elemente im elektrischen Getriebezweig hinter einer baulichen Einheit, welche von der Verteilergetriebeeinheit und der Summiergetriebeeinheit gebildet wird, angeordnet sind;

20 Fig. 3 verdeutlicht eine Modifikation eines erfindungsgemäß gestalteten Getriebes gemäß der Figur 1;

25 Fig. 4 verdeutlicht die Integration eines erfindungsgemäß gestalteten elektro-mechanischen Getriebes in einem Antriebsstrang eines Fahrzeuges mit zugeordneter Steuer- und Regelvorrichtung;

30 Fig. 5a bis 5h verdeutlichen anhand der Darstellung des Leistungsflusses die möglichen Betriebsweisen mit einem erfindungsgemäß gestalteten elektro-mechanischen Getriebe.

Die Figur 1 verdeutlicht schematisch in vereinfachter Darstellungsweise beispielhaft eine erfindungsgemäße Ausführung einer elektro-mechanischen Getriebebaueinheit 1. Diese umfaßt eine, wenigstens mittelbar mit einer, hier im einzelnen nicht dargestellten Antriebsmaschine koppelbare

5 Getriebeeingangswelle E und eine für den Einsatz in Fahrzeugen wenigstens mittelbar mit den anzutreibenden Rädern koppelbare Getriebeausgangswelle A. Bei der elektro-mechanischen Getriebebaueinheit 1 handelt es sich um eine Getriebebaueinheit mit Leistungsverzweigung. Dabei wird die an der Getriebeeingangswelle E eingeleitete Leistung auf mehrere, vorzugsweise

10 zwei Zweige aufgeteilt und an der Getriebeausgangswelle A wieder zusammengeführt. Die elektro-mechanische Getriebebaueinheit 1 umfaßt dazu einen ersten mechanischen Getriebezweig und einen weiteren zweiten elektrischen Getriebezweig 3. Der elektrische Getriebezweig 3 umfaßt wenigstens eine elektrische Getriebebaueinheit 4. Die elektrische

15 Getriebebaueinheit 4 wird von einer Generator-/Elektromotorenbaugruppe gebildet. Diese umfaßt wenigstens eine, im normalen Traktionsbetrieb eines Fahrzeuges als Generator betreibbare elektrische Maschine 5 und wenigstens einen elektrisch mit der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5 koppelbaren Elektromotor 6. Der als Generator betreibbaren elektrischen

20 Maschine 5 und dem Elektromotor 6 sind jeweils eine Wechselrichtereinheit 8 bzw. 9 zugeordnet, welche vorzugsweise in einer Wechselrichterbaugruppe 10 zusammengefaßt sind. Über diese Wechselrichtereinheiten 8 bzw. 9 können die einzelnen elektrischen Elemente - die als Generator betreibbare elektrische Maschine 5 und/oder der Elektromotor 6 - hinsichtlich des

25 gewünschten Drehmoment- und Drehzahlverhältnisses zueinander angesteuert werden. Die elektrische Getriebebaueinheit 4 übernimmt somit die Funktion eines stufenlosen Drehzahl-/Drehmomentenwandlers. Die elektrische Getriebebaueinheit 4 ist in äußerer Leistungsverzweigung zum mechanischen Getriebezweig 2 angeordnet. Die Elemente der elektrischen

30 Getriebebaueinheit 4, d.h. die als Generator betreibbare elektrische Maschine 5 und der Elektromotor 6 sind koaxial zum mechanischen Getriebezweig 2

angeordnet. Zur Realisierung der Leistungsverzweigung ist der  
Getriebeeingangswelle E bei Kraftübertragung von der Getriebeeingangswelle  
E zur Getriebeausgangswelle A eine Verteilergetriebeeinheit 11  
nachgeschaltet. Die Verteilergetriebeeinheit 11 ist im vorliegenden Fall als  
5 Differential in Form eines Planetenradsatzes 12 ausgeführt. Der Eingang der  
Verteilergetriebeeinheit 11 steht mit der Getriebeeingangswelle E in  
Triebverbindung, vorzugsweise sind beide miteinander drehfest verbunden. Im  
dargestellten Fall ist die Getriebeeingangswelle E mit dem als Eingang 13 der  
Verteilergetriebeeinheit 11 fungierenden Hohlrad 14 des Planetenradsatzes 12  
10 drehfest verbunden. Der Planetenradsatz 12 der Verteilergetriebeeinheit 11  
umfaßt des weiteren einen ersten Ausgang 15 und einen zweiten Ausgang 16.  
Der erste Ausgang 15 steht dabei mit dem ersten Getriebezweig 2, dem  
mechanischen Getriebezweig in Triebverbindung. Der erste Eingang 15 wird  
im dargestellten Fall von einem Planetenträger 17 des Planetenradsatzes 12  
15 der Verteilergetriebeeinheit 11 gebildet. Der zweite Ausgang 16 ist mit der  
elektrischen Getriebebaueinheit 4 gekoppelt. Dieser wird vom Sonnenrad 18  
des Planetenradsatzes 12 der Verteilergetriebeeinheit 11 gebildet. Der zweite  
Ausgang 16 ist mit der im Traktionsbetrieb als Generator betreibbaren  
elektrischen Maschine 5, insbesondere deren Rotor 19, gekoppelt.  
20 Vorzugsweise sind das Sonnenrad 18 und der Rotor 19 auf einer  
gemeinsamen Verbindungswelle 20, welche als Hohlwelle ausgeführt ist,  
angeordnet und drehfest mit dieser verbunden. Die Realisierung der  
mechanischen Kopplung zwischen dem Sonnenrad 18 und dem Rotor 19 der  
als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5 liegt dabei im Ermessen  
25 des Fachmannes.

Der erste Ausgang 15 ist mit der Getriebeausgangswelle A verbunden.  
Vorzugsweise wird diese Verbindung über eine Verbindungswelle 21 realisiert,  
welche gleichzeitig als Getriebeausgangswelle A fungiert und auf welcher der  
30 Planetenträger 17 drehfest verbindbar angeordnet ist. Bei Leistungsaufteilung  
auf den ersten Getriebezweig 2 und den zweiten elektrischen Getriebezweig 3

erfolgt die Zusammenführung der einzelnen Leistungsanteile über eine Summiergetriebeeinheit 22, deren Ausgang 23 mit der Getriebeausgangswelle A koppelbar ist. Die Summiergetriebeeinheit 22 umfaßt zwei Eingänge, einen ersten Eingang 24 und einen zweiten Eingang 25. Der erste Eingang 24 ist dabei mit dem Ausgang der elektrischen Getriebebaueinheit 4, hier mit 26 bezeichnet, koppelbar. Der zweite Ausgang 25 ist mit dem Ausgang des mechanischen Getriebezweigs 2, hier dem Ausgang 15 der Verteilergetriebeeinheit 11, gekoppelt. Diese Mehrgetriebebaueinheit 22 ist als mechanische Getriebebaueinheit aufgebaut und vorzugsweise in Form eines Planetenradsatzes 27 ausgeführt. Die Eingänge 24 werden dabei vom Sonnenrad 28 und der Eingang 25 vom Steg, welcher gleichzeitig auch als Ausgang 23 fungiert, gebildet.

Die dargestellte kompakte Anordnung der elektro-mechanischen Getriebebaueinheit 1 wird vor allem durch die koaxiale Anordnung der einzelnen Komponenten, insbesondere des ersten mechanischen Getriebezweiges 2 und des zweiten elektrischen Getriebezweiges 3 realisiert. Die Getriebebaueinheit zeichnet sich somit durch eine sehr kurze Baulänge sowie eine geringe Getriebebreite aus, da alle Getriebeelemente bauraumökonomisch eng zusammengefaßt angeordnet sind.

Die Leistungsverzweigung ermöglicht es, vor allem im Bereich des Anfahrens bzw. des Anlaufens des Abtriebes eine hohe Drehzahl-/Drehmomentenwandlung stufenlos mittels der elektrischen Getriebebaueinheit 4 zu realisieren, wobei dieser Leistungsanteil, welcher elektrisch übertragen wird, mit zunehmender Drehzahl verringert werden kann. Dabei werden vor allem für diesen Bereich die Vorteile der elektrischen Leistungsübertragung genutzt, beispielsweise stufenlose geräuscharme Drehmomentenwandlung bei verschleißarmer Betriebsweise. Des weiteren kann dieses Prinzip auch vorteilhaft für Beschleunigungsvorgänge eingesetzt werden, wobei der über den elektrischen Getriebezweig 3 geführte

Leistungsanteil entsprechend seiner Drehzahl und des Drehmomentes zu wandeln ist. Im allgemeinen können drei Grundbetriebsweisen unterschieden werden:

- 5 1. Elektrische Leistungsübertragung über den elektrischen Getriebezweig 3;
2. rein mechanische Leistungsübertragung über den mechanischen Getriebezweig 2;
- 10 3. Leistungsübertragung über den ersten und den zweiten Getriebezweig 2 und 3.

Die Leistungsübertragung erfolgt im Regelfall von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle. Beim Einsatz des Getriebes im Fahrzeug ist jedoch im Schleppbetrieb auch eine Leistungsübertragung von der  
15 Getriebeausgangswelle zur Getriebeeingangswelle möglich.

Die erste Möglichkeit wird mittels der Getriebebaueinheit 1 aufgrund von deren Aufbau hauptsächlich zu Beginn des Anfahrvorganges realisiert. Des weiteren kann diese Betriebsweise bei Vorsehen einer  
20 Energiespeichereinrichtung 30, welche mit der elektrischen Kopplung 7 zwischen der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5 und dem als Antriebsmotor fungierenden Elektromotor 6 koppelbar ist, ausgeführt werden.

25 Die zweite Betriebsweise, die rein mechanische Leistungsübertragung, kann durch entsprechende Ansteuerung der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5, insbesondere der Wechselrichtereinheit 8, die dieser zugeordnet ist, realisiert werden, so daß keine elektrische Leistung erzeugt wird. Die Leistungsübertragung erfolgt dann von der Getriebeeingangswelle  
30 über die Verteilergetriebeeinheit 11, deren ersten Ausgang 15 auf die Verbindungswelle zur Getriebeausgangswelle A. Zur Realisierung der rein



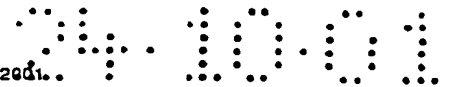
mechanischen Leistungsübertragung ist es auch denkbar, generell die als Generator betreibbare elektrische Maschine vom zweiten Ausgang 16 der Verteilergetriebeeinheit 11 abzukoppeln. Dazu kann beispielsweise eine Kupplungseinrichtung zwischen dem Ausgang 16 der Verteilergetriebeeinheit 11 und dem Eingang der elektrischen Getriebebaueinheit 4, d.h. dem Rotor 19 der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine vorgesehen werden. Diese Möglichkeit ist in der Figur 1 nicht dargestellt, hat jedoch den Vorteil, daß keine Verlustleistung zur Realisierung der Rotation des Rotors 19 der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5 zu verzeichnen ist. Es besteht theoretisch auch die Möglichkeit, über Energieeinspeisung als Energiespeichereinrichtung 30 den Rotor 19 festzustellen.

Die dritte Möglichkeit, welche die Leistungsaufteilung auf einen mechanischen und einen elektrischen Getriebezweig 2 bzw. 3 umfaßt, bietet die Möglichkeit, über die elektrische Getriebebaueinheit 4 im elektrischen Getriebezweig 3 eine hohe Drehzahl-/Drehmomentenwandlung zu realisieren. Dies ist besonders für Beschleunigungsvorgänge von Bedeutung. Die sich an der Getriebeausgangswelle A einstellende Drehzahl und das an dieser abgreifbare Drehmoment ist somit weitestgehend über die elektrische Getriebebaueinheit 4 beeinflussbar.

Die Figur 2 verdeutlicht eine weitere Ausführung einer erfindungsgemäß gestalteten elektro-mechanischen Getriebebaueinheit 1, welche sich gegenüber der in der Figur 1 dargestellten durch eine noch größere Kompaktheit auszeichnet. Die Getriebebaueinheit ist hier mit 1.2 bezeichnet. Auch dieses Getriebe umfaßt einen ersten mechanischen Getriebezweig 2.2 und einen zweiten elektrischen Getriebezweig 2.3 zwischen der Getriebeeingangswelle E und der Getriebeausgangswelle A. Der zweite elektrische Getriebezweig 3.3 umfaßt eine elektrische Getriebebaueinheit 4.2, umfassend eine in Kraftflußrichtung von der Eingangswelle zur Ausgangswelle als Generator betreibbare elektrische Maschine 5.2 und wenigstens einen

Elektromotor 6.2. Die als Generator betreibbare elektrische Maschine 5.2 und der Elektromotor 6.2 sind über eine elektrische Kopplung 7.2 miteinander gekoppelt. Auch hier sind eine Verteilergetriebeeinheit 11.2 und eine Summiergetriebeeinheit 22.2 vorgesehen. Beide Getriebebaueinheiten - die Verteilergetriebeeinheit 11.2 und die Summiergetriebeeinheit 22.2 - sind in einer baulichen Einheit 31 zusammengefaßt und derart miteinander gekoppelt, daß Getriebeelemente der einen Getriebebaueinheit gleichzeitig zur Übertragung von Leistung in der anderen Getriebebaueinheit mit genutzt werden. Im dargestellten Fall umfaßt die bauliche Einheit 31 zwei Planetenradsätze, einen ersten Planetenradsatz 32 und einen zweiten Planetenradsatz 33. Jeder Planetenradsatz umfaßt dabei jeweils ein Sonnenrad 32.1 und 33.1, Planetenräder 32.2 und 33.2, ein Hohlrad 32.3 und 33.3 sowie einen gemeinsam genutzten Planetenradträger 34. Der Planetenradträger bildet dabei jeweils einen ersten Ausgang 35 für das Verteilergetriebe und einen weiteren zweiten Ausgang 36 für das Verteilergetriebe, welcher gleichzeitig auch Ausgang des Summiergetriebes ist. Der Planetenträger 34 ist dazu mit der Getriebeausgangswelle A wenigstens mittelbar gekoppelt, vorzugsweise ist der Planetenträger 34 drehfest auf der Getriebeausgangswelle angeordnet.

Ein erster Eingang 37 vom Verteilergetriebe 11.2 wird vom Hohlrad 32.3 des ersten Planetenradsatzes 32 gebildet. Die Leistungsübertragung erfolgt dann über die Planetenräder 32.2 auf den Planetenträger 34 und von da je nach gewünschter Betriebsweise entweder zum ersten Ausgang 35, d.h. auf die Planetenräder 33.2 oder zum zweiten Ausgang 36, d.h. auf die Getriebeausgangswelle A oder auf beide. Für diese Ausführung sind im wesentlichen nur zwei Grundbetriebsweisen möglich. Die erste Grundbetriebsweise zeichnet sich durch die rein mechanische Leistungsübertragung aus, während die zweite Betriebsweise eine Leistungsverzweigung und damit eine Leistungsübertragung auf mechanischem und elektrischen Wege beinhaltet. Die rein elektrische



Leistungsübertragung erfolgt jedoch immer über das Summiergetriebe 22.2 zur Getriebeausgangswelle A.

Der Rotor 19.2 der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine ist drehfest mit einem zweiten Getriebeglied des ersten Planetenradsatzes 32, welches vom Sonnenrad 32.1 des ersten Planetenradsatzes 32 gebildet wird, verbindbar.

In der rein mechanischen Betriebsweise erfolgt der Leistungsfluß bei Betrachtung des Leistungsflusses von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle über die Getriebeeingangswelle E auf das Hohlrad 32.3 des ersten Planetenradsatzes 32 und damit auf den Steg 34, welcher mit dem Ausgang 36 des Verteilergetriebes 11.2, welcher dem Ausgang des Summiergetriebes 22.2 entspricht, verbunden ist. Der Leistungsfluß erfolgt dann auf die Getriebeausgangswelle A.

Die rein elektrische Betriebsweise, welche vorzugsweise vor allem während des Anfahrens bzw. Anlaufens genutzt wird, wird über die Getriebebaueinheit 4.2 realisiert. Dazu erfolgt die Leistungsübertragung von der Getriebeeingangswelle E auf ein erstes Getriebeelement des ersten Planetenradsatzes 32, hier dem Hohlrad 32.3. Vom Hohlrad wird die Leistung über den Steg 34 auf den Ausgang 35, die Planetenräder 33.2 des zweiten Planetenradsatzes sowie auf die Verbindungswelle zwischen dem Sonnenrad 33.1 mit dem Rotor 19.2 der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5.2 übertragen. Durch entsprechende Ansteuerung der Leistungsstellglieder, insbesondere der Wechselrichterbaueinheiten 8.2 bzw. 9.2, welche den einzelnen elektrischen Elementen der elektrischen Getriebebaueinheit 4.2 zugeordnet sind, kann die vom Generator 5.2 erzeugbare elektrische Leistung, welche vom Elektromotor 6.2 wieder in mechanische Leistung umgewandelt wird, in entsprechender Weise hinsichtlich der Drehzahl und des Drehmomentes gewandelt werden.

Stellgrößen für die Wandelung von Drehzahl-/Drehmoment an der elektrischen Getriebebaueinheit 4.2 sind somit die Stromrichtereinheiten, vorzugsweise die Wechselrichtereinheiten 8.2 bzw. 9.2. Der Kraftfluß erfolgt dann weiter von der Ausgangswelle bzw. Abtriebswelle 40 des Elektromotors 6.2 zum zweiten  
5 Getriebeglied des ersten Planetenradsatzes 32, dem Sonnenrad 32.1. Aus der Differenz der Drehzahl der Getriebeeingangswelle E und der am Sonnenrad 32.1 anliegenden Drehzahl wird dann die Drehzahl des Steges 34 mitbestimmt.

10 Für die elektrische Leistungsübertragung besteht theoretisch auch die Möglichkeit einer Ankopplung des Rotors der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5.2 von der Getriebeeingangswelle E und einer Speisung von Leistung über die Energiespeichereinrichtung 30.2. Die an der Abtriebswelle 40 des Elektromotors 6.2 abnehmbare mechanische Leistung  
15 wird dann dem Summiergetriebe 22.2 wieder zugeführt. Die Funktion des Summiergetriebes 22.2 übernehmen hier die Elemente Planetenradträger 34 und das Sonnenrad 32.1. Die Aufgabe des Verteilergetriebes wird von den Getriebeelementen Hohlrad 32.3, Planetenradträger 34 und Sonnenrad 33.1 ausgefüllt.

20 Die einzelnen elektrischen Elemente, insbesondere die als Generator betreibbare elektrische Maschine 5 und/oder der Elektromotor 6 sind vorzugsweise in Form einer Transversalflußmaschine ausgeführt. Andere Elektromotortypen sind ebenfalls denkbar.

25 Die Figur 3 verdeutlicht eine weitere Möglichkeit der koaxialen Anordnung der elektrischen Getriebebaueinheit 4.3 zum mechanischen Getriebezweig 2.3. Im dargestellten Fall ist eine Verteilergetriebeeinheit 11.3 vorgesehen, welche der Eingangswelle in Kraftflußrichtung von der Eingangswelle zur  
30 Getriebeausgangswelle A nachgeschaltet ist, in Form eines Planetenradsatzes 40 vorgesehen. Die Anwendung der elektrischen Getriebebaueinheit 4.3

erfolgt im wesentlichen wie in der Figur 1 beschrieben. Im einzelnen steht der Rotor 19.3 der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5.3 der elektrischen Getriebebaueinheit 4.3 mit dem Sonnenrad des Planetenradsatzes 40, hier mit 40.1 bezeichnet, in Triebverbindung. Die  
5 Kopplung zwischen den einzelnen Elementen der elektrischen Getriebebaueinheit 4.3, im einzelnen der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5.3 und dem Elektromotor 6.3, erfolgt in analoger Weise wie in der Figur 1 beschrieben, hier ist stellvertretend nur die elektrische Kopplung 7.3 schematisch vereinfacht angedeutet. Ein erster  
10 Ausgang 15.3 der Verteilergetriebeeinheit 11.3 wird auch hier vom Steg 40.4 gebildet, während ein zweiter Ausgang 16.3 vom Sonnenrad des Planetenradsatzes 40, hier mit 40.1 bezeichnet, realisiert wird. Der Steg 40.4 steht hier in direkter Triebverbindung mit der Getriebeausgangswelle A. Die einzelnen Leistungsanteile, welche über den mechanischen Getriebezweig 2.3  
15 und den elektrischen Getriebezweig 2.3 übertragen werden, werden in einer Summiergetriebeeinrichtung 22.3 wieder zusammengeführt. Dies ist ebenfalls als Planetenradsatz 41 ausgeführt und umfaßt ein Sonnenrad 41.1, Planetenräder 41.2, ein Hohlrاد 41.3 sowie einen Steg 41.4, welcher drehfest mit der Getriebeausgangswelle verbunden ist. Die Anwendung der Ausgänge  
20 aus dem Verteilergetriebe 11.3, insbesondere die Anwendung des Steges 40.4 an die Getriebeausgangswelle A sowie die Anwendung der elektrischen Getriebebaueinheit 4.3 an die Verteilergetriebeeinheit 11.3 und die Summiergetriebeeinheit 22.3 bzw. die Getriebeausgangswelle A unterscheidet sich daher nicht von der Anwendung in der Figur 1. Zur Realisierung der  
25 einzelnen Betriebsweisen sind jedoch den einzelnen Getriebeelementen zusätzliche Schaltelemente zugeordnet. Diese Zuordnung unterscheidet sich von der in der Figur 1 beschriebenen. Während bei einer Ausführung entsprechend der Figur 1 lediglich ein erstes Bremsselement B1 vorgesehen ist, welches dem Eingang der Verteilergetriebeeinheit 11 zugeordnet ist, sind  
30 in der Figur 3 zwei Kupplungseinrichtungen K1 und K2 vorgesehen sowie eine Bremseinrichtung B1. Diese Bremseinrichtung B1 ist dabei direkt dem zweiten

Ausgang der Verteilergetriebeeinheit 16.3, d.h. dem Sonnenrad 40.1 des Planetenradsatzes 40, zugeordnet und bremst damit den mit diesem drehfest verbindbaren Rotor 19.3 der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5.3. Über die erste Kupplungseinrichtung K1 kann bei gleichzeitiger  
5 Betätigung der Bremseinrichtung B1 ein Durchtrieb von der Getriebeeingangswelle E über das Hohlrad 40.3 auf die Planetenräder 40.2 des Planetenradsatzes 40 und damit auf den Planetenträger 40.4 und die mit diesem drehfest verbundene Getriebeausgangswelle A mit entsprechender Übersetzung erfolgen. Bei lediglicher Betätigung der ersten  
10 Kupplungseinrichtung K1 ohne Betätigung der Bremseinrichtung B1 kann eine Leistungsaufteilung von der an der Getriebeeingangswelle E anliegenden und abnehmbaren Leistung auf den mechanischen Getriebezweig 2.3 und den elektrischen Getriebezweig 3.3 erfolgen. Die Leistungsanteile werden dann an der Summiergetriebeeinheit 22.3 wieder zusammengeführt und der  
15 Getriebeausgangswelle A zugeführt. Eine weitere Möglichkeit für einen mechanischen Durchtrieb wird durch die Betätigung der zweiten Kupplungseinrichtung K2 realisiert. In diesem Fall erfolgt bei Betätigung der Bremseinrichtung B1 ein Durchtrieb mit von der Getriebeeingangswelle zur Getriebeausgangswelle A mit einer Übersetzung von 1, während bei  
20 Nichtbetätigung des Bremseslementes B1 auch hier eine Leistungsaufteilung auf den mechanischen Getriebezweig 2.3 und den elektrischen Getriebezweig 3.3 erfolgt.

Die Figuren 1 bis 3 stellen lediglich Ausführungsvarianten für eine elektro-  
25 mechanische Getriebebaueinheit dar, welche derart aufgebaut sind, daß zwangsläufig eine Arbeitsweise nach dem Differentialwandlerprinzip erzielt wird. Weitere Ausführungsvarianten bezüglich der Verteilergetriebeeinheit und der Summiergetriebeeinheit sind denkbar. Es ist dabei jedoch zu berücksichtigen, daß die einzelnen Getriebeelemente im mechanischen und  
30 im elektrischen Getriebezweig hinsichtlich ihrer An- und Abtriebsselemente immer koaxial zueinander angeordnet sind.

Die erfindungsgemäße elektro-mechanische Getriebebaueinheit kann in  
verschiedener Weise in einen Antriebsstrang integriert werden. Die Figur 4  
verdeutlicht beispielhaft eine Möglichkeit der Integration einer  
5 erfindungsgemäßen Getriebebaueinheit 1 in einem Antriebsstrang 45. Die  
Getriebeeingangswelle E der Getriebebaueinheit 1 steht dabei in  
Triebverbindung mit einer Abtriebswelle A einer Antriebsmaschine 46, welche  
bei Fahrzeugen vorzugsweise als Verbrennungskraftmaschine in Form eines  
Dieselmotors ausgeführt ist. Die Getriebeausgangswelle A steht über einen  
10 Wellenstrang 47 wenigstens mittelbar mit den Antriebsrädern 48 bzw. 49 eines  
Fahrzeuges in Triebverbindung. Der Wellenstrang 47, welcher vorzugsweise in  
Form einer Gelenkwelle ausgeführt ist, bildet dabei die Eingangswelle in  
Leistungsübertragungsrichtung im Traktionsbetrieb für ein Differential 50,  
welches der Aufteilung der Leistung auf die beiden Antriebsräder 48 bzw. 49  
15 dient. Zur Ansteuerung der einzelnen Schaltelemente in Abhängigkeit von  
bestimmten Ist-Größen, welche die aktuellen Einsatzerfordernisse wenigstens  
mittelbar charakterisieren, ist eine Steuer- bzw. Regelvorrichtung 51  
vorgesehen, welche vorzugsweise entweder in einer zentralen Fahrsteuerung  
52 integriert ist oder aber mit dieser gekoppelt ist. Diese weist eine Mehrzahl  
20 von Eingängen und eine Vielzahl von Ausgängen auf. Die Eingänge sind hier  
mit 53 bis 55 und die Ausgänge beispielhaft mit 56 bis 59 bezeichnet.  
Wesentlich ist, daß wenigstens ein Eingang vorgesehen ist. Für eine  
Ausführung entsprechend eines Getriebes wie in der Figur 1 dargestellt,  
empfiehlt es sich, einen ersten Ausgang 56 der Steuereinrichtung 30  
25 zuzuordnen, einen weiteren zweiten Ausgang 57 und einen weiteren dritten  
Ausgang 58 jeweils den einzelnen Wechselrichtereinheiten 8 bzw. 9 der  
elektrischen Kopplung 7 und einen vierten Ausgang 59 der ersten  
Bremsenrichtung B1. Die Angabe dieser Ausgänge und deren Zuordnung  
erfolgt hier nur beispielhaft, die konkrete Auswahl der Anzahl und die  
30 Zuordnung sowie die konkrete Auswahl der erforderlichen Eingangsgrößen

der Steuervorrichtung 52 erfolgt entsprechend den Erfordernissen des Einsatzfalles.

Die Figuren 5 verdeutlichen schematisch in vereinfachter Darstellung den Kraftfluß bzw. Leistungsfluß in einer erfindungsgemäß gestalteten Getriebebaueinheit am Beispiel der in der Figur 1 dargestellten Getriebebaueinheit 1 für unterschiedliche Betriebszustände. Die Figur 5a verdeutlicht dabei den Leistungsfluß bei rein mechanischer Leistungsübertragung. In diesem Fall wird die Leistung von der Getriebeeingangswelle über das Hohlrad 14 des ersten Planetenradsatzes 12 der Verteilergetriebeeinheit 11 auf die Getriebeausgangswelle A übertragen. Der Leistungsfluß ist im dargestellten Fall für die Kraftflußrichtung vom Getriebeingang zum Getriebeausgang dargestellt. Eine Umkehrung im Falle des Schleppbetriebes, d.h. eine Übertragung von Leistung von seiten der Getriebeausgangswelle zur Getriebeeingangswelle, ist ebenfalls möglich.

In der Figur 5b wird der Leistungsfluß bei Leistungsaufteilung auf den mechanischen Getriebezweig 2 und den elektrischen Getriebezweig 3 verdeutlicht. Daraus wird ersichtlich, daß die in der Getriebeeingangswelle E anliegende Leistung auf den mechanischen Getriebezweig 2 über den Steg 17 der Verteilergetriebeeinheit 11 und das Sonnenrad 18 auf den elektrischen Getriebezweig 3 übertragen wird. Mit steigender Abtriebsdrehzahl wird aufgrund der Wirkung des Differentials, insbesondere der Planetenradsätze 11 und 22 der elektrisch übertragene Leistungsanteil verringert und der mechanisch übertragene Anteil vergrößert. An der Kopplungsstelle zwischen dem Summiergetriebe und der Getriebeausgangswelle wird damit Einfluß auf die Drehzahl und das Drehmoment an der Getriebeausgangswelle genommen.

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung elektrischer Leistungsanteile und mechanischer Leistungsanteile ist in der Figur 5c dargestellt. In diesem Fall



erfolgt die Übertragung der in der Getriebeeingangswelle E anliegenden Leistung rein mechanisch über den mechanischen Getriebezweig 2, wobei zusätzlich über die Energiespeichereinrichtung 30 Leistung bereitgestellt werden kann, die dem Antrieb des Elektromotors 6 dient, wobei der über diesen erzeugte Leistungsanteil einer Summiergetriebeeinheit 22 mit dem im mechanischen Getriebezweig 2 übertragenen Leistungsanteil zusammengeführt wird und der Getriebeausgangswelle A zur Verfügung gestellt werden kann. Eine derartige Betriebsweise ist vor allem dann von besonderem Vorteil, wenn Leistungsanforderungen von seiten des Abtriebes allein von der Antriebsmaschine, welche wenigstens mittelbar mit der Getriebeeingangswelle E koppelbar ist, nicht allein oder aber nicht sofort in ausreichendem Maße bereitgestellt werden kann.

Die Figur 5d verdeutlicht eine Möglichkeit der rein elektrischen Leistungsübertragung, d.h. von der Getriebeeingangswelle E zur Getriebeausgangswelle A über den elektrischen Getriebezweig 3. Diese Art der Leistungsübertragung ist jedoch nur im unmittelbaren Anfahr- bzw. Anlaufpunkt gegeben, da mit zunehmender Drehzahl an der Getriebeausgangswelle A bei unveränderter Ansteuerung der einzelnen Komponenten der elektrischen Getriebebaueinheit 4 der elektrisch übertragene Leistungsanteil abnimmt und der mechanisch übertragene Leistungsanteil zunimmt.

Die Figur 5e verdeutlicht eine weitere Möglichkeit einer rein elektrischen Leistungsübertragung über den elektrischen Getriebezweig 3. In diesem Fall ist die erste Bremseinrichtung B1 betätigt und führt zum Stillstand der Getriebeeingangswelle E. Dies bedeutet, daß von der mit der Getriebeeingangswelle wenigstens mittelbar koppelbaren Antriebsmaschine keine Leistung auf die Getriebebaueinheit 1 übertragen werden kann. Die Leistung wird von der Energiespeichereinrichtung 30, welche vorzugsweise in Form einer Batterie ausgeführt ist, zur Verfügung gestellt und in die

elektrische Kopplung 7 zwischen der als Generator betreibbaren elektrischen Maschine 5 und dem Elektromotor 6 eingespeist, wobei durch entsprechende Ansteuerung der einzelnen Stellglieder, insbesondere der Wechselrichtereinheiten, die Leistung direkt dem Elektromotor 6 zugeführt wird. Die vom Elektromotor 6 umgewandelte mechanische Leistung wird dann über das Summiergetriebe mit entsprechender Übersetzung an der Summiergetriebeeinheit 22 auf die Getriebeausgangswelle A übertragen. Die Möglichkeit der Nutzung einer derartigen Betriebsweise ist jedoch durch die maximal mögliche Speicherkapazität der Energiespeichereinrichtung 30 begrenzt.

Die Figur 5f verdeutlicht eine weitere mögliche Betriebsweise einer erfindungsgemäßen Getriebebaueinheit am Beispiel der Getriebebaueinheit 1 aus der Figur 1. Durch entsprechende Ansteuerung der einzelnen Stellglieder der Elemente der elektrischen Getriebebaueinheit 4, insbesondere der Wechselrichtereinheiten 8 und 9, wird die von der Energiespeichereinrichtung 30 zur Verfügung stellbare Leistung über die als Generator betreibbare elektrische Maschine 5 zur Getriebeeingangswelle E übertragen, wobei der von der Energiespeichereinrichtung 30 bereitgestellte Leistungsanteil zum Anlassen der Verbrennungskraftmaschine beim Einsatz der Getriebebaueinheit in Fahrzeugen genutzt werden kann. Dies bietet den Vorteil, daß auf einen Anlasser verzichtet werden kann, welcher besonders im ständigen Stop-and-Go-Betrieb nur eine geringe Lebensdauer aufweist. Aufgrund der mit dem Steg gekoppelten großen Masse, wird dieser während des Anlaufvorganges in seiner Stellung verharren, so daß die Leistungsübertragung vom Sonnenrad zum Hohlrad realisiert werden kann.

Die Figuren 5g und 5h verdeutlichen den Leistungsfluß bei Einsatz der erfindungsgemäß gestalteten Getriebebaueinheit in einem Fahrzeug im Schleppbetrieb, d.h. beim Antrieb der Getriebeausgangswelle über die mit diesem wenigstens mittelbar gekoppelten Fahrzeugräder. In diesem Fall

bestehen grundsätzlich drei Möglichkeiten, eine erste Möglichkeit besteht darin, wie in der Figur 5h dargestellt, die gesamte von der Abtriebsseite in das Getriebe 1 eingeleitete Leistung in der Energiespeichereinrichtung 30 zu speichern bzw. entsprechend dem Ladezustand der

5 Energiespeichereinrichtung 30 diese aufzuladen. In diesem Fall wird die Bremseinrichtung B1 betätigt und damit eine Leistungsübertragung zur Getriebeeingangswelle E verhindert.

Die Figur 5g verdeutlicht demgegenüber eine weitere zweite Möglichkeit, bei welcher lediglich ein Teil der von der Abtriebsseite in das Getriebe eingeleitete Leistung in der Energiespeichereinrichtung 30 gespeichert wird, während der andere zweite Teil, welcher über den mechanischen

Getriebezweig übertragen wird, an der Getriebeeingangswelle E abgefaßt werden kann und damit dem Schleppen der Antriebsmaschine dient. Zur

15 Realisierung der Einspeisung von Energie in der Energiespeichereinrichtung 30 sind entsprechende Mittel vorzusehen, diese sind im einzelnen hier nicht ausführlich dargestellt, insbesondere sind diese Mittel in der Kopplung zwischen der Energiespeichereinrichtung 30 und der elektrischen Kopplung 7 vorzusehen, vorzugsweise sind des weiteren die Stalleinrichtungen der

20 einzelnen Elemente, insbesondere des Elektromotors, ansteuerbar. Die Realisierung der Einspeisung sowie der Zuschaltung der

Energiespeichereinrichtung liegt im Ermessen des Fachmannes und kann entsprechend dem Einsatzfall ausgerichtet werden, insbesondere können für die Ansteuerung entsprechende Prioritäten vorgesehen werden.

25 Beispielsweise ist es denkbar, den aktuellen Ladezustand der Energiespeichereinrichtung 30 zu überwachen und wenn dieser einen bestimmten vordefinierbaren Wert unterschreitet, welcher einen Mittelwert für eine maximal erforderliche gespeicherte Leistung nicht überschreitet, zur Auslösung einer weiteren Energieeinspeisung herangezogen werden.

Eine dritte, hier im Einzelnen nicht dargestellte Möglichkeit besteht darin, die gesamte an der Getriebeausgangswelle eingeleitete Leistung zum Schleppen der Verbrennungskraftmaschine zu nutzen.

## Ansprüche

5

1. Elektro-mechanische Getriebebaueinheit
- 1.1. mit einer Getriebeeingangswelle und einer Getriebeausgangswelle;
- 1.2. mit wenigstens einem mechanischen und einem elektrischen Getriebezweig;

10

- 1.3. der elektrische Getriebezweig umfaßt eine elektrische Getriebebaueinheit mit wenigstens einer ersten, als Generator betreibbaren elektrischen Maschine und einer zweiten, als Motor betreibbaren elektrischen Maschine;

15

- 1.4. es sind Mittel vorgesehen, mit welchen die an der Getriebeeingangswelle einleitbare Leistung auf die Getriebezweige aufteilbar und an der Getriebeausgangswelle zusammenführbar ist;

gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

20

- 1.5. die Getriebeeingangswelle, Getriebeausgangswelle, die als Generator betreibbare elektrische Maschine, die als Motor betreibbare elektrische Maschine und die Mittel sind hinsichtlich ihrer An- und Abtriebs Elemente koaxial zueinander angeordnet.

25

2. Elektro-mechanische Getriebebaueinheit nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 2.1. die Mittel umfassen eine Verteilergetriebeeinheit mit wenigstens einem, mit der Getriebeeingangswelle koppelbaren Eingang und eine Summiergetriebeeinheit;
- 2.2. die Verteilergetriebeeinheit und die Summiergetriebeeinheit sind als Differential, umfassend wenigstens jeweils einen Planetenradsatz ausgeführt.

30

3. Elektro-mechanische Getriebebaueinheit nach Anspruch 2,  
gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 3.1 die als Generator betreibbare elektrische Maschine und der  
Elektromotor sind in axialer Richtung betrachtet zwischen der  
Verteilergetriebeeinheit und der Summiergetriebeeinheit angeordnet.

5

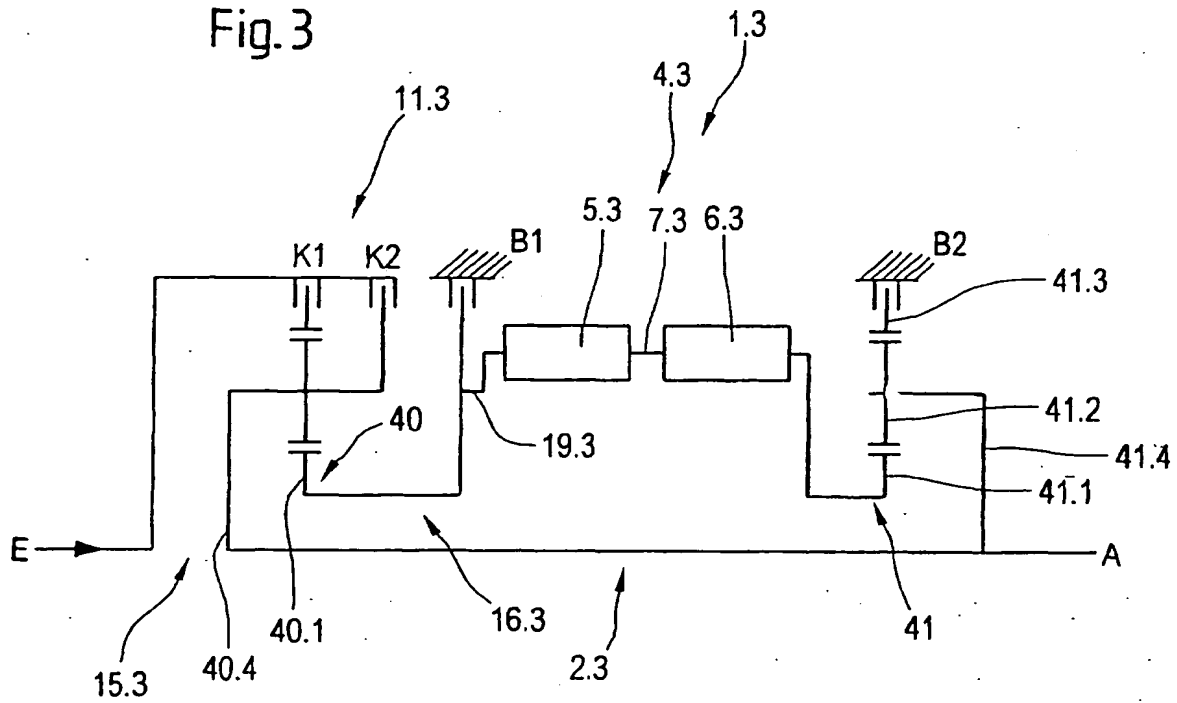
4. Elektro-mechanische Getriebebaueinheit nach Anspruch 2,  
gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 4.1 die Verteilergetriebeeinheit und die Summiergetriebeeinheit sind zu einer  
baulichen Einheit zusammengefaßt;
- 4.2 die als Generator betreibbare elektrische Maschine und der  
Elektromotor sind in axialer Richtung betrachtet hinter der Baueinheit  
aus Verteilergetriebeeinheit und der Summiergetriebeeinheit  
angeordnet.

10

15



Fig. 3





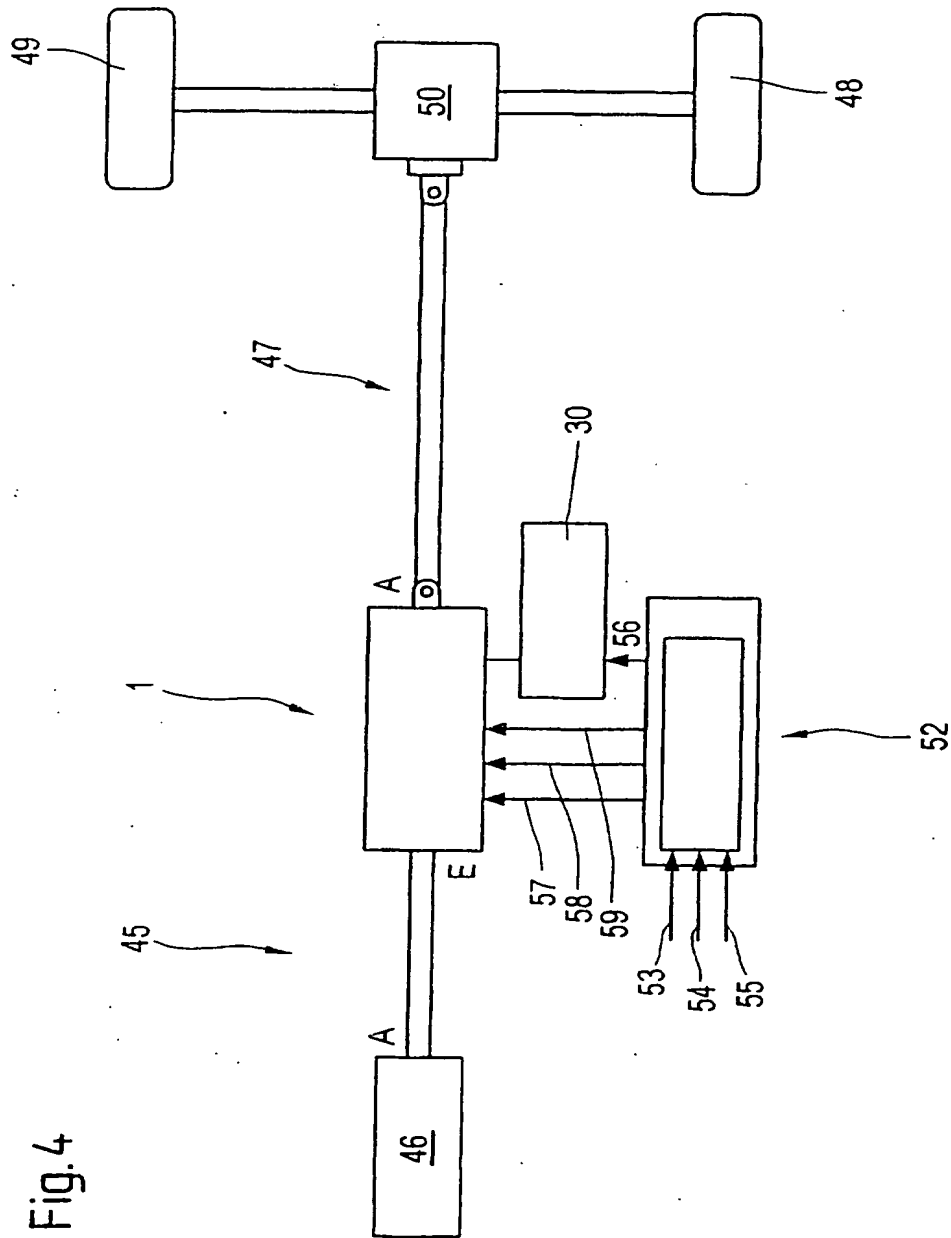


Fig. 4

Fig. 5a

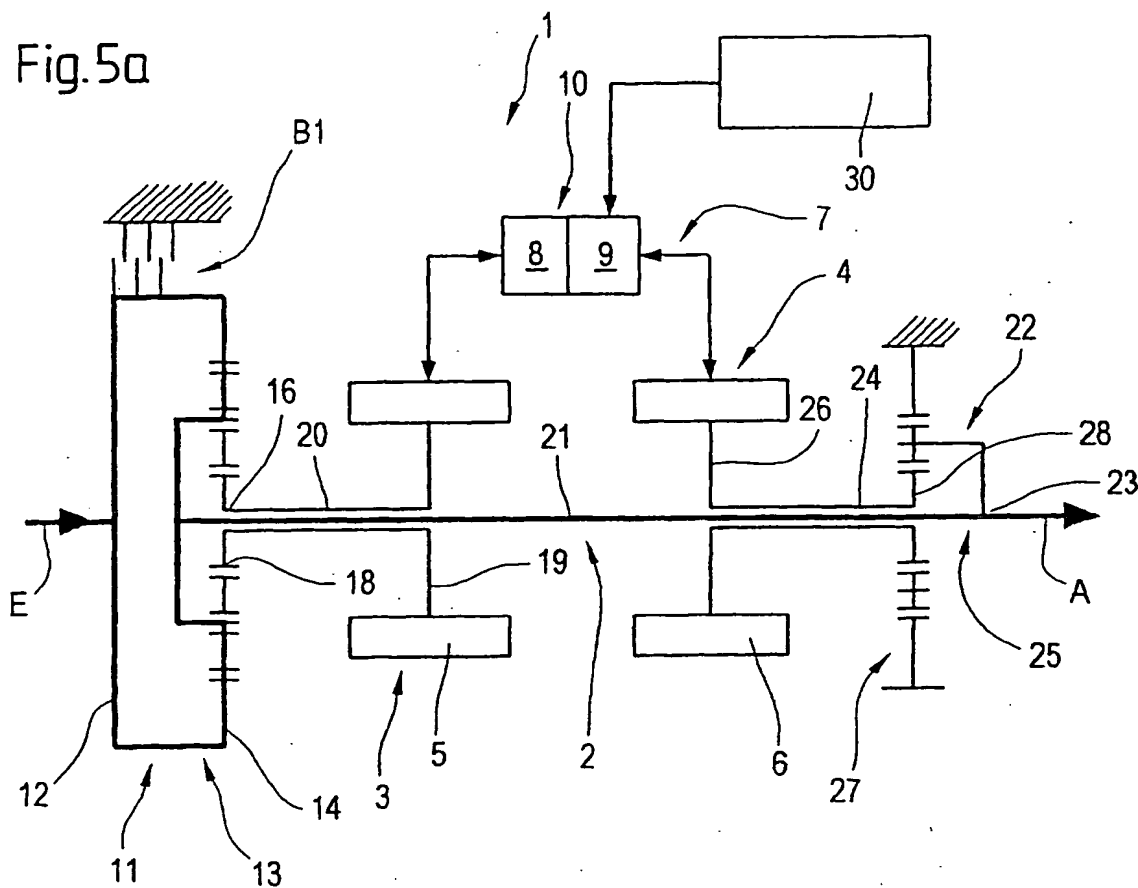


Fig. 5b

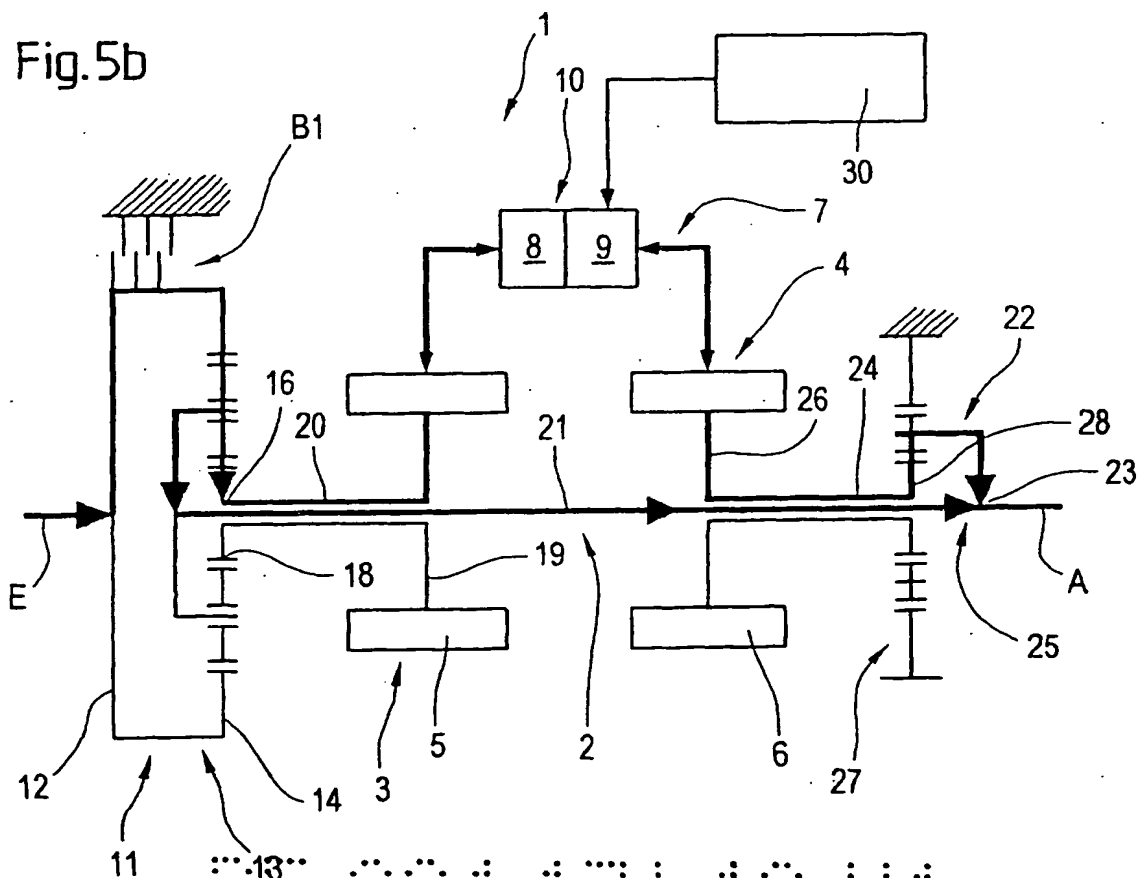


Fig.5c

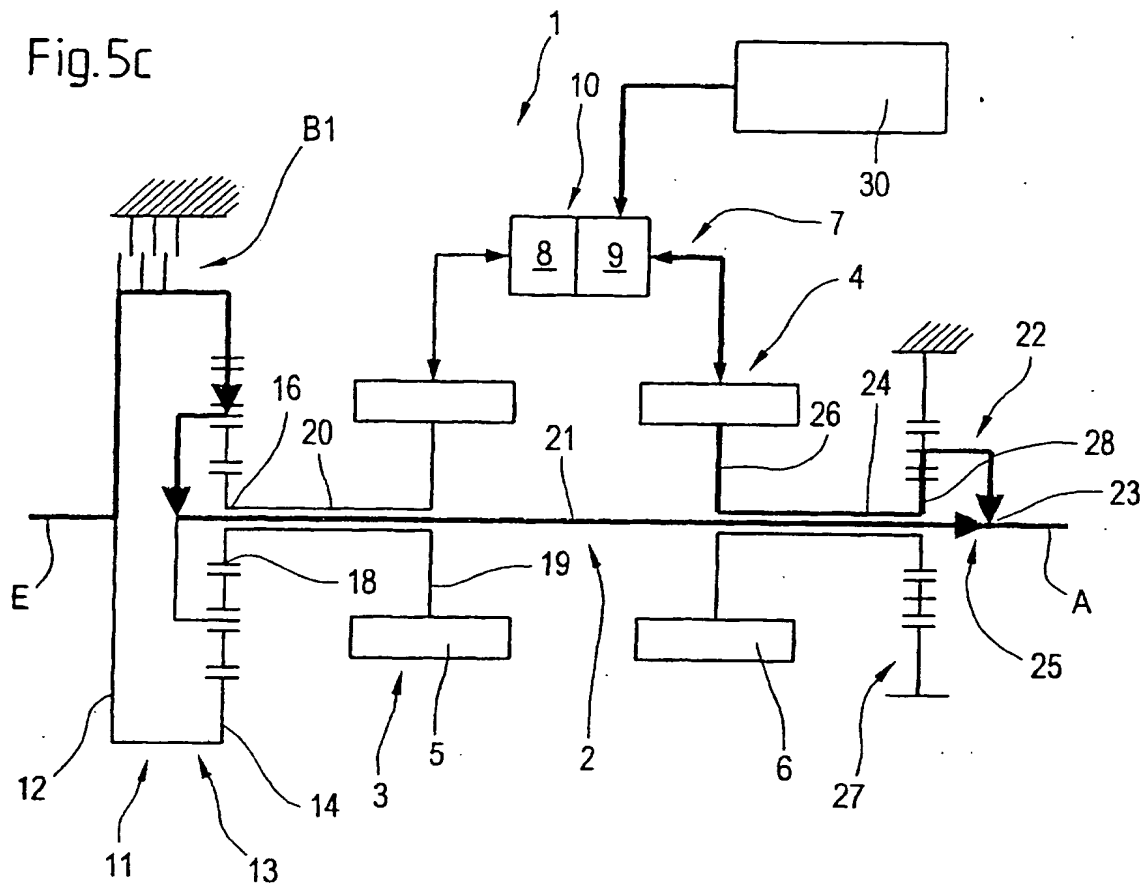


Fig.5d

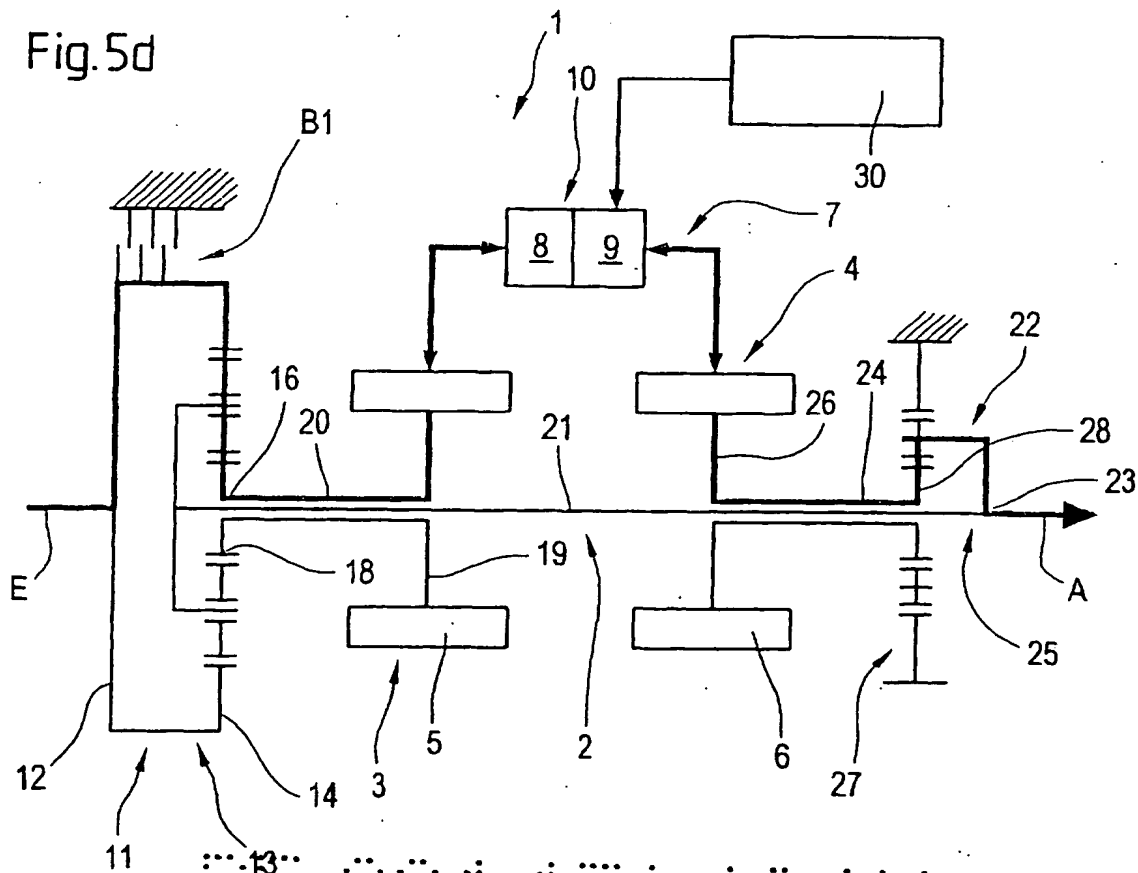


Fig.5e

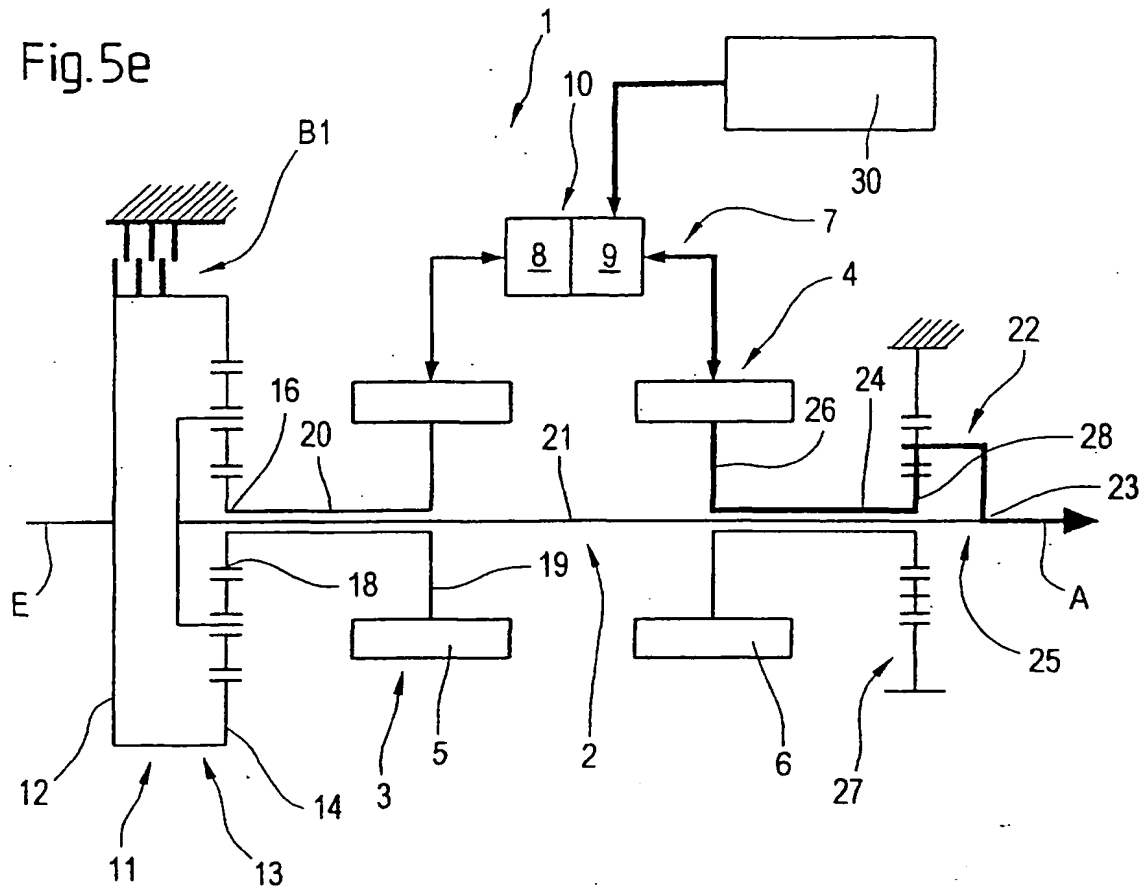


Fig.5f

